

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3741510 A1**

⑤① Int. Cl. 4:  
**F 16 B 39/282**

②① Aktenzeichen: P 37 41 510.7  
②② Anmeldetag: 8. 12. 87  
④③ Offenlegungstag: 14. 7. 88



DE 3741510 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
30.12.86 DD WP F 16 B/298727

⑦① Anmelder:  
VEB Kombinat Wälzlager und Normteile, DDR 9022  
Karl-Marx-Stadt, DD

⑦② Erfinder:  
Naumann, Frank, Dipl.-Phys., DDR 9051  
Karl-Marx-Stadt, DD

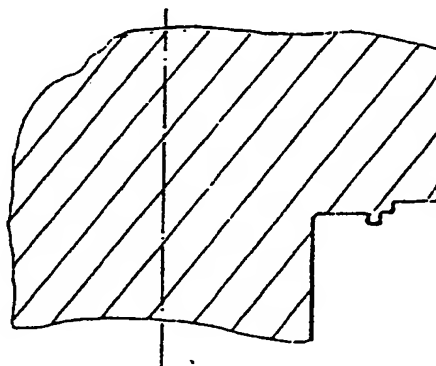
⑤④ **Selbstsicherndes Verbindeelement**

Die Erfindung betrifft ein selbstsicherndes Verbindeelement mit auf dem Umfang der Auflagefläche einer Schraube, Mutter oder Scheibe angeordneten Sicherungselementen.

Die Anwendung der Erfindung ist geeignet bei Schraubenverbindungen, die dynamischen Beanspruchungen, vorrangig translatorischer Art, senkrecht zur Schraubenachse ausgesetzt sind.

Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß auf der Auflagefläche einer Schraube, Mutter oder Scheibe ein oder mehrere von der Auflagefläche hervorstehende zur Schraubenachse konzentrische Ringe beliebiger Querschnittsform angeordnet sind.

Fig. 3



DE 3741510 A1

## Patentansprüche

1. Selbstsicherndes Verbindungselement mit auf dem Umfang der Auflagefläche einer Schraube, Mutter oder Scheibe angeordneten Sicherungselementen, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Auflagefläche (1) ein oder mehrere von der Auflagefläche (1) hervorstehende zur Schraubenachse konzentrische Ringe (3) beliebiger Querschnittsform angeordnet sind, deren Höhe zwischen 20% und 30% der jeweiligen Gewindesteigung entspricht und deren Breite zwischen 2% und 10% des Nenn-durchmessers der zugehörigen Schraube beträgt.
2. Selbstsicherndes Verbindeelement, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsform des Ringes (3) rechteckig, rechteckig mit aufgesetztem Trapez oder Dreieck, dreieckig, kreisförmig, elliptisch oder parabolisch ist.

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein selbstsicherndes Verbindeelement als Bestandteil von Schraubenverbindungen, die dynamischen Beanspruchungen, vorrangig translatorischer Art, senkrecht zur Schraubenachse ausgesetzt sind.

Die Erfindung ist anwendbar für Kopfauflagen von Sechskantschrauben, Sechskantschrauben mit angepreßten Scheiben und Innensechskantschrauben sowie Zylinderkopfschrauben, Unterlegscheiben und Auflageflächen von Sechskantmuttern.

In den meisten Gebieten der technischen Anwendung unterliegen Schraubenverbindungen dynamischen Beanspruchungen, die sowohl in Richtung der Schraubenachse als auch senkrecht dazu wirken können.

Die Schraubenverbindung reagiert auf diese Beanspruchungen unter bestimmten Umständen durch den Abfall der Vorspannkraft, was allgemein mit dem Begriff "Lösen" bezeichnet wird.

Bei konkreter Analyse dieses Prozesses stellen sich zwei Mechanismen als wirksam heraus, die unabhängig voneinander, aber auch überlagert funktionieren können. Das ist einerseits das in Richtung der Schraubenachse orientierte Lockern, welches bedingt ist durch kinematische Instabilitäten in den Auflageflächen von Verbindeelementen und Konstruktionsteilen, durch zeitabhängiges Kriechen bei Überschreitung der werkstoffbezogenen Grenzflächenpressung sowie durch das Einbrennen von Oberflächenrauigkeiten. Zum anderen betrifft dies das Losdrehen, das heißt den Abfall der Vorspannkraft durch Rückdrehen der Schraube um einen bestimmten Drehwinkel durch partielle oder totale Überwindung der Selbsthemmung beziehungsweise durch die Einwirkung äußerer Drehmomente /1/.

Zur Vermeidung des Lockerns werden vielfach meist wirkungslos mitverspannte federnde Elemente, wie Federringe, Federscheiben u. a. angeboten. Die Federeigenschaften dieser Teile sind in bezug auf die erheblichen Kräfte, die in Schraubenverbindungen wirken, ungeeignet, um eine technisch ausreichende Sicherung zu erreichen. In einigen Fällen weisen derartige Elemente sogar zusätzliche Nachteile, wie verringerte Flächenpressung, (Ursache für Spannungsrißkorrosion u. a.) auf, so daß sie zuverlässigkeitsmindernd wirken. Mit verbesserten Eigenschaften arbeiten Hochspannfederringe, Federkopfschrauben und ähnliche Teile.

Bevorzugtes Hilfsmittel sollte jedoch eine funktionsgerecht hohe Vorspannkraft in der Schraubenverbin-

dung sein, die auf einer exakten Berechnung basiert und durch eine definierte Montage mit Hilfe von drehmoment-, drehwinkel- oder streckgrenzkontrolliertem Verfahren aufgebracht wird.

- 5 Da dadurch die werkstoffbedingte Grenzflächenpressung überschritten werden kann, sind geeignete Unterlegscheiben beizulegen, die die hohen Werte der Flächenpressung reduzieren sollen. Die wirkungsvollsten dieser Scheiben zeichnen sich durch genügend große Flächen und Dicken sowie eine angemessene Festigkeit aus.

Bezüglich der Sicherung gegen Losdrehen werden Lösungen angeboten, die die eigentlichen Ursachen des Lösungsprozesses nicht ausreichend beachten, die nachteilige Nebenwirkungen erzeugen oder die hohen Kosten in Herstellung und Montage erfordern. Das Angebot an mehr oder weniger wirksamen Elementen ist sehr umfangreich. Nachfolgend wird nur auf solche Sicherungsverfahren eingegangen, die in die Kategorien der ausgesprochenen Losdrehsicherungen eingeordnet werden können. Im Einsatz sind auf diesem Gebiet z. B. Klebstoffsicherungen. In speziellen Fällen werden diese Kleber in Mikroverkapselungen aufgetragen, die bei der Montage aufplatzen und Kleber und Härter freisetzen. Die Sicherung ist bei einmaliger Montage gut wirksam. Bei mehrmaliger Montage läßt die Wirkung zunehmend nach. Ein weiterer gravierender Nachteil besteht in der Tatsache, daß die Anziehdrehmomente so beschichteter Schrauben stark und undefiniert schwanken. Zum weiteren platzen die Klebstoffkapseln bei teil- oder vollautomatisierten Montageprozessen bereits in den Zuführeinrichtungen auf, die dadurch verschmutzt und verstopft werden. Schließlich behindert die relativ lange Aushärungszeit eine zügig durchzuführende Montage. Der Einsatzbereich bezüglich der Temperatur und bestimmter chemischer Mittel ist eingeschränkt. Die zweite große Gruppe wirksamer Losdrehsicherungen ist unter der Bezeichnung "Sperrzahnschrauben" zusammenzufassen. An der Schraubenkopfauflage sind in vielfältiger Ausführung Sägezähne angepreßt, die sich bei geeigneter Härte in das Gegenmaterial des Konstruktionsteils bei Montage der Schraubenverbindung einarbeiten. Sie nehmen das innere Losdrehmoment auf bzw. führen bei Losdreherscheinungen zunächst zu einem Anstieg des Losdrehmomentes bei abnehmender Vorspannkraft. Bei der Montage dieser Schrauben auf relativ weichem Gegenmaterial kommt es zu Einfräsungen, die Ursache für einen Dauerbruch des Konstruktionsteiles sein können. Bei der Montage auf relativ hartem Gegenmaterial verlieren die Zähne ihre Wirksamkeit, indem sie abgerieben werden.

In neuerer Zeit werden Schrauben angeboten, deren Kopfauflagefläche mit abgerundeten oberflächengehärteten Rippen ausgestattet ist. Durch den beim Anziehen erzeugten Rolliereffekt findet eine Kaltverfestigung und Glättung des Gegenmaterials statt. Dadurch verschwindet zwar der Sperrzahneffekt; diesem Schraubentyp, der allerdings immer noch erhebliche Herstellungskosten beansprucht, wird aber ein guter Sicherungseffekt zugeordnet.

Die Prüfung der Sicherungswirkung wurde bisher durch die Ermittlung der Anzieh- und Losdrehmomente der Schraubenverbindungen vorgenommen. Das Verhältnis von Losdreh- zu Anziehdrehmoment wurde ermittelt und mit demjenigen ungesicherter Schraubenverbindungen verglichen.

Für den Fall, daß das Losdrehmoment größer als das Anziehdrehmoment war, oder daß beim Vermindern

der Vorspannkraft ein Anstieg des Losdrehmomentes erfolgte, wurde von einer Sicherungswirkung gesprochen.

Dieses quasi-statische Verfahren hat sich in der Praxis nicht als genügend aussagefähig erwiesen, weil verschiedene Bedingungen der Schraubenverbindungen, z. B. die Reibungskoeffizienten in der Kopfaufgabe und im Gewinde, unter dynamischen Beanspruchungen Änderungen erfahren können, die das Sicherungsverhalten drastisch verändern.

Stattdessen bietet die Prüfung mit einem sogenannten Translations-Rüttelprüfstand, wie er in /2/ beschrieben wird, die Möglichkeit, das Sicherungsverhalten unter dynamischen Beanspruchungen zu ermitteln. In diesem Prüfstand verbindet die zu untersuchende Schraubenverbindung zwei durch geeignete Lager getrennte Stahlplatten. Mit Hilfe eines Exzentrers oder eines anderen Antriebes wird zwischen den Platten eine in Kraft, Weg und Geschwindigkeit definierte translatorische Bewegung eingeleitet. Die Vorspannkraft der Schraubenverbindung wird gemessen. Wird diese über den eingeleiteten Lastwechseln aufgetragen, ergeben sich unter bestimmten Versuchsbedingungen charakteristische Lösckurven, die zur Beurteilung des Sicherungsvermögens herangezogen werden. Bei der Durchführung von Versuchen mit einer solchen Einrichtung wurde festgestellt, daß innerhalb der ersten Lastwechsel der Ausgleich bestimmter bei der Montage durch Querkräfte oder Zusatzelemente erzeugter oder konstruktionsbedingter Zwangslagen erfolgt, der einen vergleichsweise hohen Anteil von Vorspannkraftabfall erzeugt. Die Gleitbewegungen der unteren Beanspruchungen treten vorrangig in den Kontaktflächen zwischen Verbinderelement und Zusatzelement auf.

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die aus Versuchen mit Translations-Rüttelprüfständen gewonnenen Erkenntnisse zum Löseprozeß senkrecht zur Schraubenachse dynamisch beanspruchter Schraubenverbindungen zu nutzen, um eine wirkungsvolle Lösesicherung mit geringem Aufwand zu erreichen und die Nachteile bekannter Lösungen zu vermeiden.

Aufgabe der Erfindung ist die konstruktive Gestaltung der Auflagefläche von Verbindungselementen wie Schrauben, Muttern, Scheiben derart, daß ein sicherer Effekt der Einschränkung der Gleitbewegung zwischen Verbinderelement und Bauteil ohne Beschädigung der Bauteiloberfläche eintritt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß auf der Auflagefläche ein oder mehrere von der Auflagefläche hervorstehende zur Schraubenachse konzentrische Ringe beliebiger Querschnittsform angeordnet sind. Die Höhe der Ringe entspricht zwischen 20% und 30% der jeweiligen Gewindesteigung. Die Breite beträgt zwischen 2% und 10% des Nenndurchmessers der zur Schraubenverbindung gehörigen Schraube. Die Querschnittsform ist beispielsweise rechteckförmig, rechteckig mit aufgesetztem Trapez, rechteckig mit aufgesetztem Dreieck, kreisförmig, elliptisch oder parabolisch.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels dargestellt. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 — das Profil der Schraubenkopfaufgabe mit einer Sechskantschraube,

Fig. 2 — die Ansicht der Auflagefläche mit einem ausgeführten Ring,

Fig. 3 — ein Einzelteil A der Fig. 1,

Fig. 4a bis 4f — Beispiele für Querschnittskonfigurationen des Ringes.

Am Umfang der Auflagefläche 1 einer Sechskantschraube 2 ist, von der Auflagefläche 1 hervorstehend, ein Ring 3 (Fig. 3) mit rechteckigem Querschnitt (vgl. Fig. 4a) angepreßt.

Durch die Querschnittsform wird ermöglicht, daß der Ring 3 in den Werkstoff des Konstruktionsteils derart eindringt, daß die eintretende Kaltumformung mit einer Verfestigung des Konstruktionsmaterials verbunden ist.

Der oder die Ringe 3 haben eine solche Höhe über der Grundfläche des Schraubenkopfes, daß sie die allgemein maschinenbautypischen Festigkeitsverhältnisse zwischen Verbindungselement und Konstruktionswerkstoff so berücksichtigen, daß ein Eindringen der Ringe 3 nur bis zur Hälfte der für die angewendete Schraube funktionell erforderlichen Vorspannkraft erfolgt. Für die Ringhöhe  $h$  gilt:

$$h = P/4, \quad (P \dots \text{Gewindesteigung der verwendeten Schraube})$$

Nach dem Eindringen der Ringe 3 liegt die Kopfaufgabe der Schrauben voll auf, so daß die Flächenpressungsbedingungen herkömmlicher Schrauben erreicht sind, teilweise sogar verbessert werden.

Der äußere der erhaben angeformten Ringe 3 (bei mehreren Schrauben) liegt in einem größtmöglichen Abstand von der Schraubenachse bei Sechskantschrauben, also nahe dem Durchmesser des Telleransatzes. Die Breite des oder der Ringe 3 berücksichtigt ebenfalls die allgemein maschinenbautypischen Festigkeitsverhältnisse. Sie liegt zwischen 2% und 10% des Nenndurchmessers der verwendeten Schraube, wobei der prozentuale Wert mit der Schraubenabmessung steigt. Die Zwischenräume zwischen den erhaben angeformten Ringe 3 haben die gleiche Breite.

Funktionell ist den Ringquerschnitten der Vorzug zu geben, die auf der der Auflagefläche zugewandten Seite rechteckig (Fig. 4a) sind.

Schließt sich an diesen rechteckigen Querschnitt auf der der Auflagefläche abgewandten Seite ein trapezförmiger (Fig. 4b) oder dreieckiger (Fig. 4c) Querschnitt an, so müssen die Höhenverhältnisse der beiden Querschnittsformen, Rechteck und Trapez oder Dreieck, nahe dem Verhältnis 2/3 zu 1/3 liegen. Der Flankenwinkel des Trapezes oder Dreiecks liegt im Bereich 120° — 150°.

Dem technischen Stand entsprechend ist die Schraube, Scheibe oder Mutter in der Oberfläche zu härten, um die Eindringbedingungen zu verbessern und die funktionelle Wirkung bei mehrmaliger Wiederverwendung zu sichern.

Bei Verwendung der erfindungsgemäß gestalteten Sechskantschrauben 2, Sechskantschrauben mit angepreßter Scheibe, Unterlagscheiben oder Auflageflächen von Sechskantmuttern ergeben sich funktionell folgende Vorteile:

Bei Montage der erfindungsgemäß gestalteten Erzeugnisse kommt es nicht zu einer der Dauerfestigkeit des Konstruktionsteils negativ beeinflussenden eingefrästen Rille. Vielmehr erfolgt ein konzentrisches Glätten und Einformen einer Rille, wobei das Material des Konstruktionsteiles verfestigt wird und damit keine Benachteiligung der Dauerfestigkeitseigenschaften auftritt. Durch die Einförmigkeit der Rille im Konstruktionsteil fixiert sich der Schraubenkopf, die Sechskantmutter oder die Unterlegscheibe, so daß die bei Einleitung von Translationsbeanspruchungen auftretenden Ausgleichvorgänge und die damit wirksamen funktionsbe-

einflussenden Vorspannkraftabfälle minimiert werden. Bei Demontage wird die einmal eingebrachte Rille zur örtlichen Fixierung wieder benutzt.

Die Ringquerschnitte, die rechteckig sind bzw. trapezförmige oder dreieckige Einführungsquerschnitte aufweisen, erweisen sich daher als besonders vorteilhaft, weil sie das Einformen erleichtern und durch den rechteckigen Querschnitt eine gute Führung eine rücktreibende Kraftkomponente ermöglichen.

Die Wiederverwendung der erfindungsgemäß gestalteten Erzeugnisse ist vergleichbar mit den herkömmlichen Schrauben. Im Falle eines hohen Härte- oder Festigkeitsunterschiedes zwischen Verbindungselement und Konstruktionsteilwerkstoffen, wobei letztere die hohen Werte aufweisen, pressen sich der Ring oder die Ringe glatt, so daß die Funktion einer herkömmlichen Schraube oder Auflagefläche ausgeübt wird. Bleibt hingegen ein Rast von Ringmaterial stehen, so verbessert sich die Federeigenschaften der Schraube, was bekanntermaßen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Schraubenverbindung führt.

Der Herstellungsaufwand für die erfindungsgemäß gestalteten Erzeugnisse ist gegenüber Sperrzahn- und Ripp-Schrauben minimiert, da die Matrizen für den Schraubenpreßvorgang in einfacher Weise, nur gering abweichend von herkömmlichen Werkzeugen, angefertigt werden können.

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

/1/ Dr. Röhrich, D.: Sicherheit und Zuverlässigkeit von Schraubenverbindungen Wissenschaftliche Veröffentlichung des VEB Kombinat Wälzlager und Normteile, 1985, Karl-Marx-Stadt/DDR

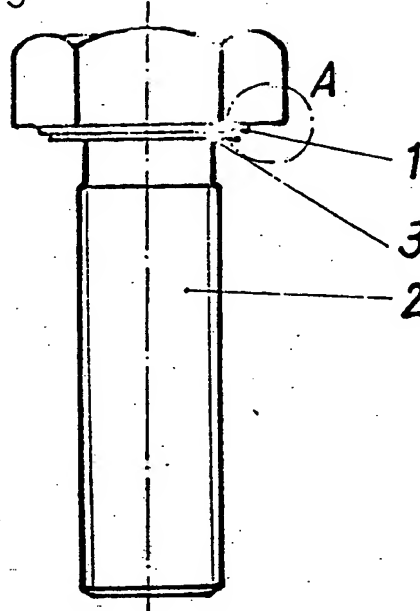
/2/ Junker/Schneider: Prüfeinrichtungen zur Untersuchung von Schraubenverbindungen Verbindetechnik (1972) 4, S. 21—28 Ingenieur Digest-Verlagsgesellschaft GmbH, Frankfurt/M-BRD

/3/ Illgner, K.-H./Blume, D.: Schraubenvademecum Braune & Schaurte Karcher GmbH, Neuss/Rhein — BRD 5. Auflage 1983

- Leerseite -

3741510

Fig. 1



Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anm. Id. tag:  
Offenlegungstag:

37 41 510  
F 16 B 39/282  
8. Dez. mber 1987  
14. Juli 1988

Fig. 2

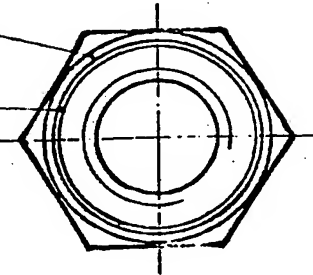


Fig. 3

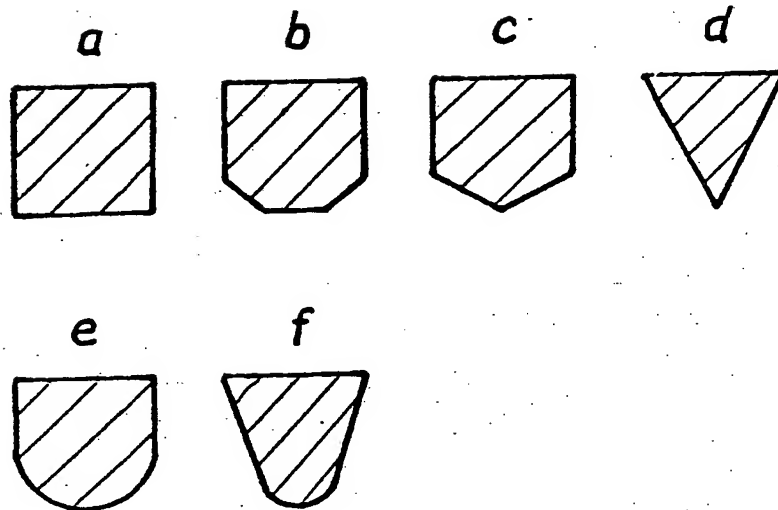
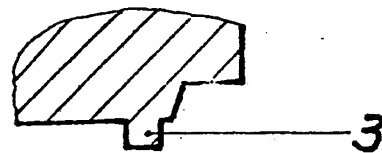


Fig. 4

**Self-securing connecting element**


Patent Number: DE3741510  
Publication date: 1988-07-14  
Inventor(s): NAUMANN FRANK DIPL PHYS (DD)  
Applicant(s): WAELZLAGER NORMTEILE VEB (DD)  
Requested Patent: DE3741510  
Application Number: DE19873741510 19871208  
Priority Number(s): DD19860298727 19861230  
IPC Classification: F16B39/282  
EC Classification: F16B39/282  
Equivalents: DD256899, IT1212009

---

**Abstract**

---

The invention relates to a self-securing connecting element having securing elements arranged on the circumference of the bearing surface of a screw, nut or washer. The invention is suitable for use in the case of screw connections which are exposed to dynamic stressing, predominantly of a transitory type, perpendicular to the axis of the screw. The essence of the invention consists in the fact that, on the bearing surface of the screw, nut or washer, there are arranged one or more rings which project

from said bearing surface, are concentric with respect to the axis of the screw and are of any cross-sectional form. 

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Docket # SGL 02/22  
Applic. # \_\_\_\_\_  
Applicant: S. Baumann et al.  
Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101